Connecting Science,
Understanding Complexity .

IFISC: Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems

Joint Research Institute of CSIC and UIB

Mission: Cross-Disciplinary and Strategic Research in Complex Systems

IFISC

UIB Universitat de les Illes Balears CSIC

Connecting Science,
Understanding Complexity .

IFISC: Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems

Joint Research Institute of CSIC and UIB created in June 2007 building upon the former Cross-Disciplinary Physics Department of IMEDEA (1995)

Mission: Cross-Disciplinary and Strategic research from the perspective of physicists

Cross-Disciplinary: Transfer of knowledge, concepts and methods across the borders among established fields and colonization of frontier spaces.

Strategic: Focus on fields of strong potential for the future and emerging topics beyond the traditional physics of the XXth century. Avoid incremental research and the basic-applied dichotomy

Responsible Research and Innovation

IFISC ASSESSMENT Strategic Plan CSIC 2010-13

"IFISC is unique in the Spanish context and also has internationally a very strong standing. It challenges the world best centres and it is a major actor of emergence of complex science."

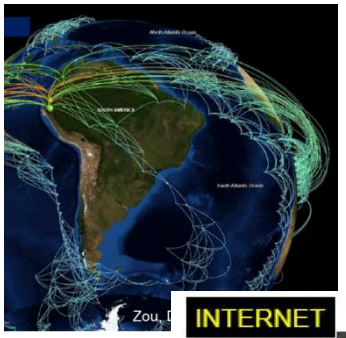
IFISC

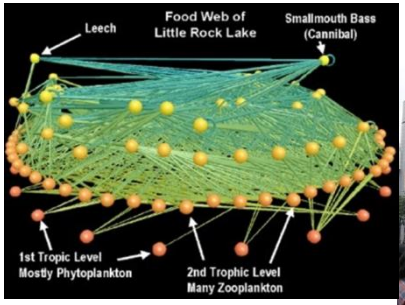
Universitat de les Illes Balears

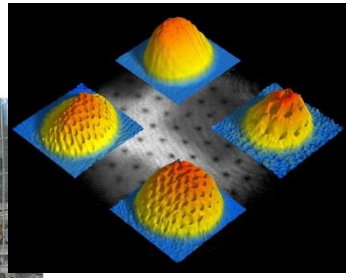
CSIC

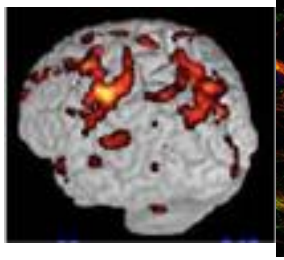
Complex Systems Society:

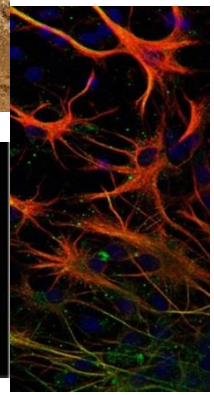
Complex systems are systems where the collective behavior of their parts entails emergence of properties that can hardly, if not at all, be infered from properties of the parts. Examples of complex systems include ant-hills, ants themselves, human economies, climate, nervous systems, cells and living things, including human beings, as well as modern energy or telecommunication infrastructures.

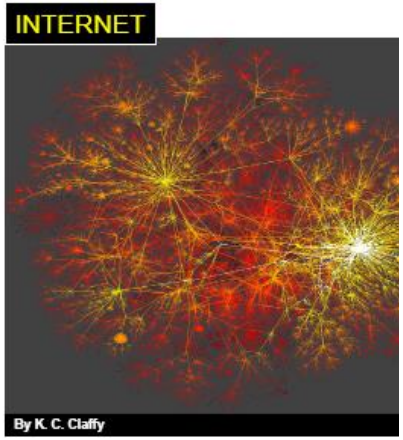


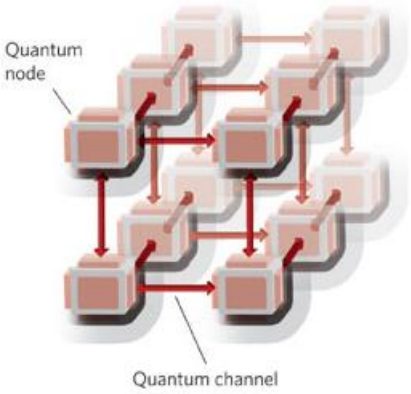


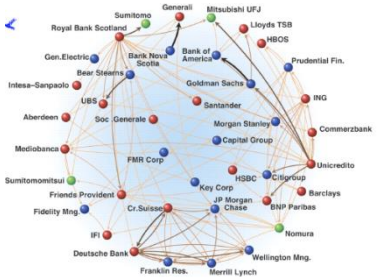












Human Resources 2015

CSIC staff: 3 Research Prof.
1 Senior Researcher
3 Tenured Scientists

UIB staff: 3 Full Prof.
5 Prof.

Total permanent researchers: 15

Associated researchers: 1 (FNRS)

Postdoctoral Research Associates: 20 (1 RyC, 1 Juan de la Cierva, 1 JAE-CSIC, 13 Project contracts, 1 UIB lecturer, 3 Balear Government)

International level: Spanish 7/20, EU 11/20

PhD fellows/contracts: 26 (6 Spanish FPI, 3 Spanish FPU, 2 Balear Government, 1 JAE-CSIC, 1 Erasmus, 9 Project contracts, 1 UIB fellowships, 1 UIB Assistant, 1 Foreign funding (Brussels), 1 Fellowship La Caixa)

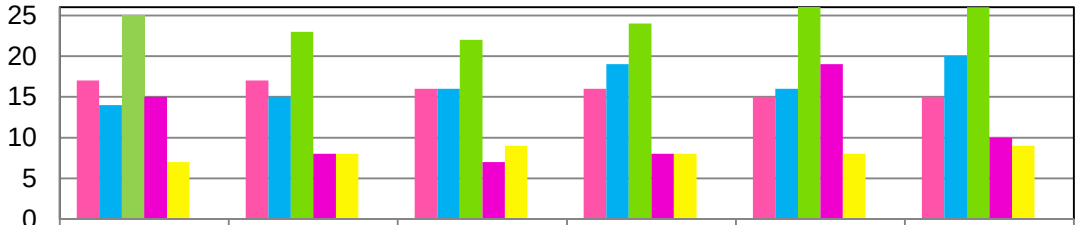
International level: Foreign 8/26
Mobility: UIB grad students 8/26

Long term visitors: 10

72 scientists from 18 different nationalities

Support personnel: 9

PERSONNEL IFISC 2010-2015

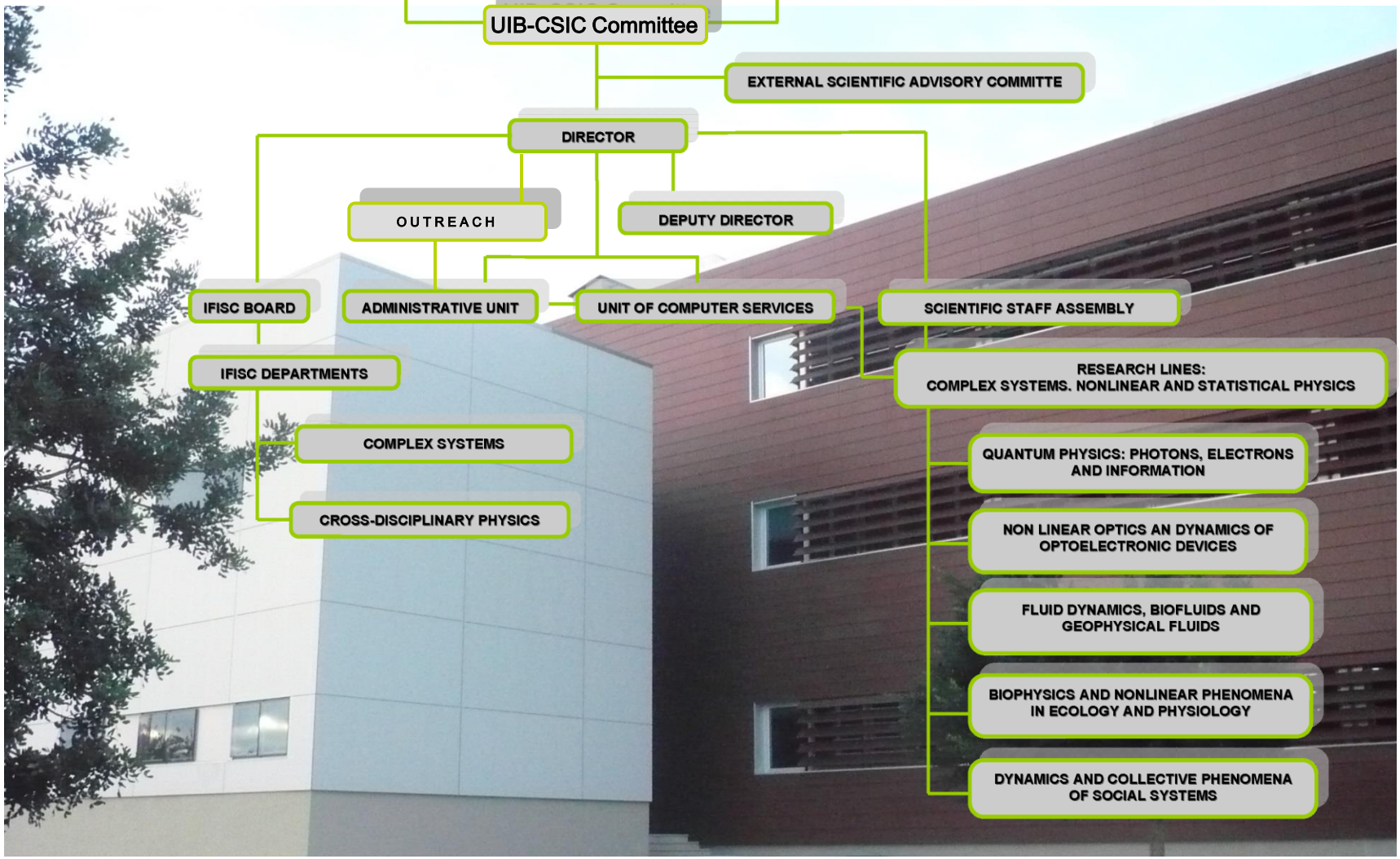


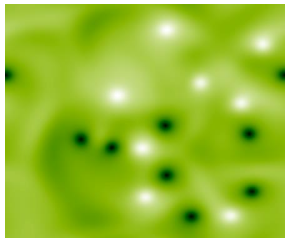
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PERMANENT STAFF	17	17	16	16	15	15
POSTDOCTORAL AND ASSOCIATED	14	15	16	19	16	20
PhD STUDENTS	25	23	22	24	27	26
LONG TERM VISITORS	15	8	7	8	19	10
SUPORT PERSONNEL	7	8	9	8	8	9
TOTAL	78	71	70	75	85	80

VISITORS 2010-15

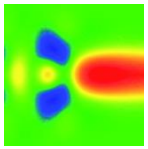
	Shorts visits	Long visits	Total visits
Spain	80	5	85
Europe	128	31	159
Rest of the world	43	31	74
Total	251	67	318

IFISC STRUCTURE CHART

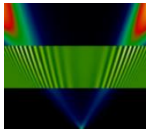




COMPLEX SYSTEMS: STATISTICAL AND NONLINEAR PHYSICS

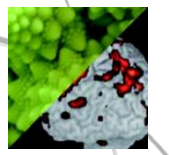


TRANSPORT AND INFORMATION IN QUANTUM SYSTEMS



NONLINEAR PHOTONICS

NONLINEAR DYNAMICS IN FLUIDS



BIOCOMPLEXITY

DYNAMICS AND COLLECTIVE PHENOMENA OF SOCIAL SYSTEMS

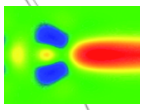
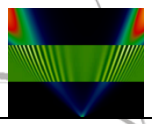
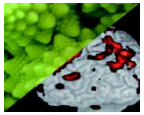
Associated Unit: UIB Group on Human Cognition and Evolution

EvoCog IFISC

IFISC RESEARCH LINES

Coherence and Integration

Interaction and Bridges

	Pere Colet	Víctor M. Eguíluz	Ingo Fischer	Damia Gomila	Emilio Hernández-García	Cristóbal López	Rosa López	Manuel Matías	Claudio Mirasso	José J. Ramasco	David Sánchez	Maxi San Miguel	LLorenç Serra	Tomàs Sintes	Raúl Toral	Roberta Zambrini
1) Complex Systems: Statistical and Nonlinear Physics.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2)Transport and Information in Quantum Systems 							x				x		x			x
3) Nonlinear Photonics 	x		x	x					x							x
4) Nonlinear Dynamics in Fluids.					x	x								x		
5) Biocomplexity 		x	x		x	x		x	x					x	x	
6) Dynamics and Collective Phenomena of Social Systems.	x	x			x					x		x			x	

IFISC

TV

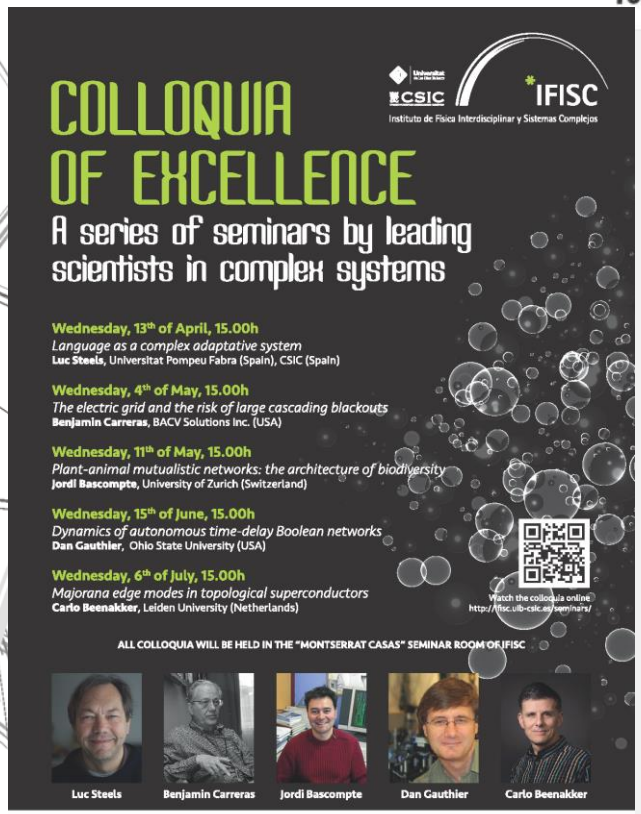
Our seminars are webcast live

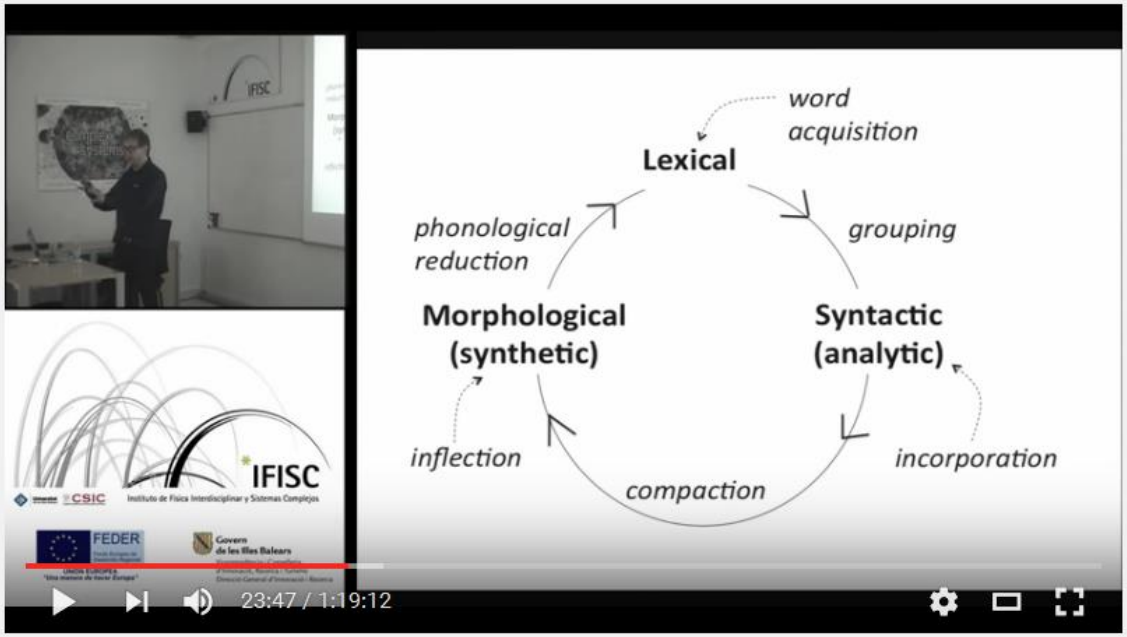
http://ifisc.uib-csic.es/live.php

2015:
57 seminars

- IFISC: 34
- Spain: 6
- Europe: 9
- Rest of the World: 8

YouTube ES





Language as a complex adaptive system

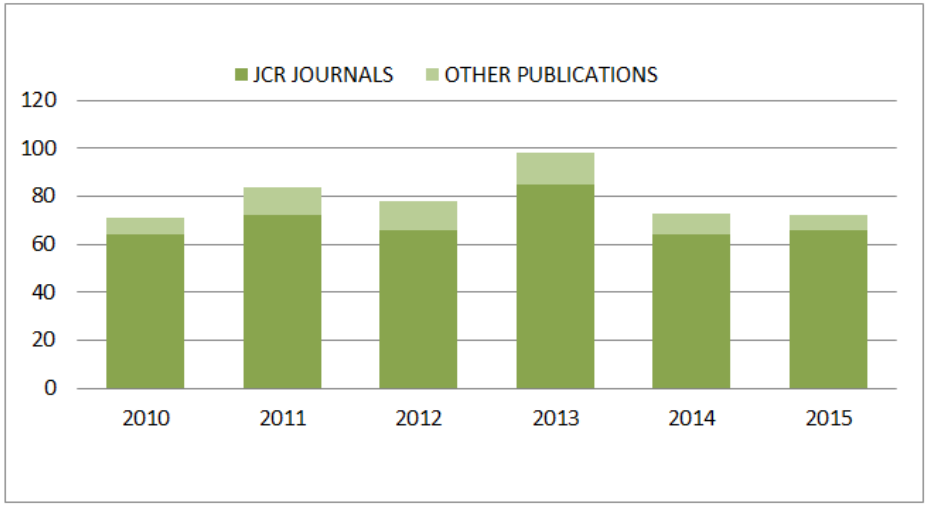
Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Comple...

IFISC Subscribe

103 views

Publications

http://ifisc.uib-csic.es/publications/



High impact 2010-2015:

1 Rev. Mod. Phys,

1 Science,

2 PNAS, 5 Nature Comm.

29 Phys. Rev. Lett.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
JCR Journals	64	72	66	85	64	66	417
Other Publications	7	12	12	13	7	6	59
TOTAL	71	84	78	98	71	72	476

IFISC PUBLICATIONS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
Physics journals							
Physical Review E	5	11	11	9	14	12	62
Physical Review B	5	5	2	8	7	7	34
Physical Review Letters	4	6	4	8	3	4	29
Physical Review A	4	4	3	5	5	2	23
Physica A	3	2	3	2	2	0	12
New Journal of Physics	2	0	3	2	3	1	11
Multidisciplinary journals							
Plos One	1	7	4	0	5	6	23
Scientific Reports	0	0	3	4	2	3	12
Nature Communications	0	1	0	1	0	3	5
IEEE journals	4	4	1	4	0	3	16
Other non-physics journals	10	8	10	13	13	8	62

Contributions outside traditional basic physics (2009-14): 92

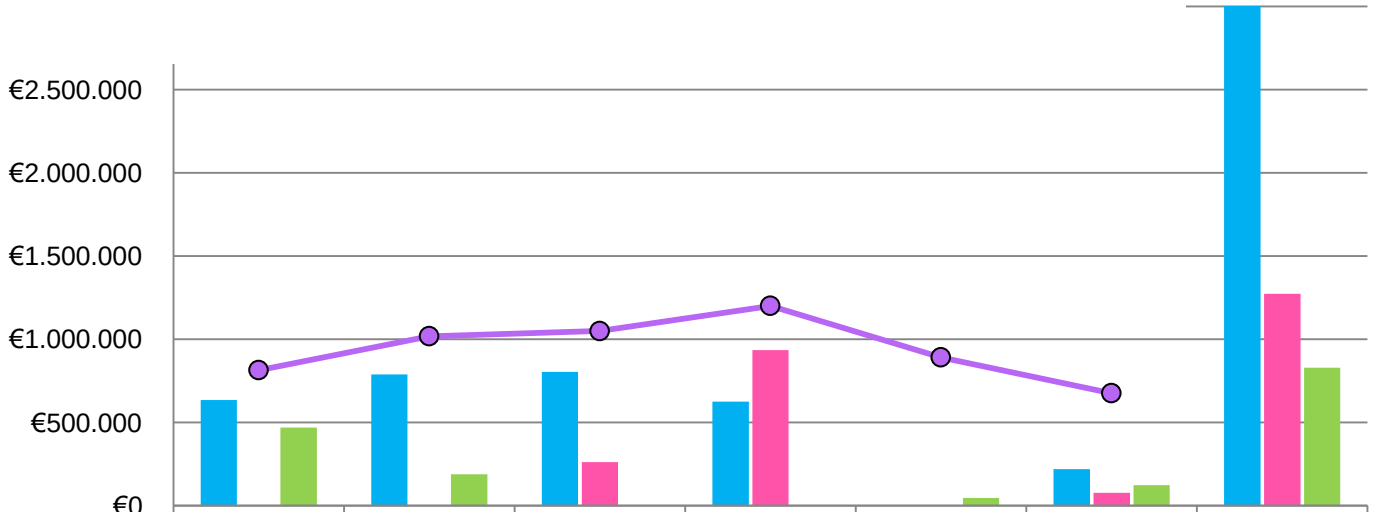
- + IEEE(18)

- Geophysical Research Letters, Tellus A, Nonlinear Processes in Geophysics, J. Marine Systems, Estuaries and Coasts, Deep Sea Research, Ocean Modelling, Continental Self Research.

- Macromolecules, Macromolecular Theory and Simulations, Biophysical Chemistry, Biopolymers, Biosystems, J. Theoretical Biology, Mathematical Biosciences, Biophysics Journal, Physical Biology, BMC Systems Biology, BMC Evolutionary Biology, BMC Medicine, Oikos, The American Naturalist, Trends in Ecology and Evolution, Theoretical Ecology, Ecological Complexity, Ecological Modelling, J. Applied Ecology, J.Heredity, J. Royal Society Interface. Inferface Focus, HFSP Journal, Developmental Dynamics, Marine Ecology Progress Series, PLoS ONE, PLoS Computational Biology, Birth Defects Research, Theoretical Biology and Medical Modelling, J. of Physiology, Neuroscience Letters, J. Neurophysiology, J. of Neuroscience, Physiological Reports, Neuroimage, European J. of Pharmaceutical Sciences .

- J. Economic Dynamics and Control, American Journal of Sociology, J. Artificial Societies and Social Simulation, J. of Conflict Resolution, Advances in Complex Systems, PLoS ONE, Quantitative Finance, Technological Forecasting and Social Change, Transportation Journal, International Journal of the Sociology of Language

BUDGET IFISC'S RESEARCH PROJECTS 2010-2015 (IN €)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
European Commission	€635.489	€789.228	€803.952	€625.349	€0	€219.875	€3.073.893
Spanish National Plan for Science	€0	€0	€261.360	€934.830	€0	€77.000	€1.273.190
Other Funding	€470.279	€188.700	€0	€0	€47.250	€123.813	€830.042
Annualized total	€814.172	€1.017.758	€1.049.669	€1.201.140	€890.914	€676.039	

Grand total budget of active projects in 2015: **2.717.608 €**

Budget of EC-funded active projects in 2015: **47,7 % of total**

Normalization: 15 tenured scientists, 1 experimentalist

Spanish National Science Plan (MINECO)

TRIPHOP: Towards brain-inspired efficient photonic information processing (2013-15) PI. I. Fischer

SET@QT: Spintronics, Energy, and Topology @ Quantum Transport (2015-17) PI. R. López

NOMAQ: Non-Markovian quantum evolutions in structured environments (2015-17). PI. R. Zambrini

QuStruct: Quantum information preserving with structured embeddings, Spanish National Plan (2016-17) PI. F. Galve

ESOTECOS: Emergent Social, Technological and Ecological Complex Systems (2016-18). PI. P. Colet, M. San Miguel

LAOP: Lagrangian studies of Oceanic Processes: connectivity patterns, barriers to transport and marine populations (2016-18) PI. C. López

EUROPEAN COMMISSION

LINC: Learning about Interacting Networks in Climate (2012-15) PI. E. Hernández-García

Complex World: Analysis of air transportation using complex networks**,** EC-SESAR-Eurocontrol (2011-15). PI. M. San Miguel

EUNOIA: Evolutive User-centric Networks for Intraurban Accessibility **(**2012-15) Coordinator and PI. M. San Miguel

LASAGNE: Multi-Layer Spatiotemporal Generalized Networks.(2012-15) PI. M. San Miguel

INSIGHT: Innovative Policy Modelling and Governance Tools for Sustainable Post-Crisis Urban Development (2013-16) PI. J. Ramasco

TREE: Data-driven modelling of network-wide extension of the Tree of REactionary delays in ECAC área (2013-16) PI. J. Ramasco

QuProCS Quantum Probes for Complex Systems, H2020, (2015-17) PI R. Zambrini

BIGDATA4ATM: Passenger-centric Big Data Sources for Socio-economic and Behavioural Research in ATM,H2020 (2016-18) PI. J. Ramasco

PRIVATE FUNDING

XARION: Research Collaboration Agreement with XARION Laser Acoustics (2014-15). PI. I. Fischer

LOGITRAVEL: Research contract on Data Analysis with LOGITRAVEL (2015). PI. J. Ramasco and P. Colet

NUUBO: Research Collaboration Agreement with Nuubo Wearable Medical Technologies (2015-2016). PI. M.C. Soriano and C. R. Mirasso.

NeuroQnet: Neuromorphic Computing using QD-Networks**,** Volkswagen Foundation, (2016-2018), PI. I. Fischer

CAASE: Coupled Animal and Artificial Sensing for Sustainable Ecosystems, King Abdullah University of Science and Technology (2016-18), PI. V.M. Eguiluz

IFISC Business Links

Contracts

xarion laser acoustics

nuubo WEARABLE MEDICAL TECHNOLOGIES

KAUST

Isdefe su mejor aliado

SESAR JOINT UNDERTAKING

EUROCONTROL

LOGITRAVEL.com

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Joint Projects

NOMMON

BBVA INNOVATION CENTER

iBit Illes Balears innovació tecnològica

altair

orange™

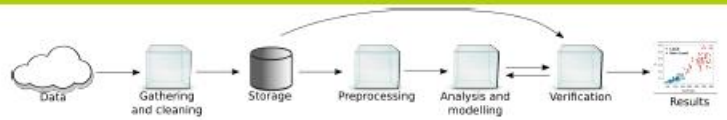
Telefónica Telefónica I+D

LOGITRAVEL.com

IFISC LABS

COMPUTING and BIG DATA

Data mining



Data gathering

File download

Text-like files: csv, json
Image-like files (data cannot be extracted easily): shp, pdf, png, tiff, jpeg.

APIs

API (Application Programming Interface): set of routines and tools for building software.

Twitter and others offer a public API to query specific data

Data is received in a specific structure an can be easily adapted to any format.

Web Scraping

Extract information from websites, usually imitating human navigation of the web.

Tools: Scrapy

Requires data cleaning and preprocessing

Data storage

Files

When: small number of items
Formats include:
text-like data: csv, json
geographical data: shapefiles, geojson
image-like data: pdf, png, jpeg

Databases

Structured way to handle large number of items

Relational databases
Highly structured table organisation

Non relational databases
Less structured and more flexible

Data preprocessing

Gathered data might have errors and inconsistencies.
As for that, some tasks have to be done before analysis:

- Cleaning irrelevant and redundant data
- Extraction of selected data
- Transformation to a suitable format

Analysis and modelling

ICT data validation for urban mobility
PLoS ONE 9, e105184 (2014)

City hotspots
Nature Communications 6, 6007 (2015)

Modeling land use in cities
Royal Society Open Science 2, 150449 (2015)

Tweets on the road
PLoS ONE 9, e105407 (2014)

Social events through Twitter: Vía Catalana
http://ifisc.uib-csic.es/humenmobility/

Influence of sociodemographic characteristics on human mobility
Scientific Reports 5, 10075 (2015)

Twitter, mobility and city influence
J. Royal Soc. Interface 12, 20150473 (2015)

Touristic site attractiveness
EPJ Data Science 5, 12 (2016)

Air traffic delay modelling
The Fifth SESAR Innovation Days , (2015)

Dialect characterization
PLoS ONE 9, e112074 (1-6) (2014)

Immigrants' languages integration in cities

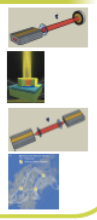
NONLINEAR PHOTONICS

Semiconductor Lasers (SL)

- versatile and modern photonic sources
- interesting physics: laser and cavity physics, nonlinear (semiconductor) optics, complex dynamics, ...
- small size, electr. pumping, high efficiency
- multitude of structures, materials, wavelengths, power ranges
  - structures: Fabry-Perot, DFB, DBR, VCSEL, multi-section, µ-cavities, Photonic Crystal cavities, Photonic Integrated Circuits, .
  - active media: quantum wells, quantum dashes, quantum dots, quantum cascade structures
  - wavelengths: UV .. FIR (THz)
  - power ranges: µW .. kW
- particularities
  - fast time scales of the dynamics (ns..ps)
  - semiconductor band structure high gain bandwidth, high gain
  - strong nonlinearities in the interaction light - semiconductor medium

Main Research Activities

- nonlinear semiconductor laser emission properties
  - fundamental emission properties
  - semiconductor lasers as complex systems lab
- controlling and tailoring SL emission properties
  - controlling dynamical instabilities and synchronization
  - controlling temporal and spatial coherence
- dynamics of (delay-)coupled SL systems
  - dynamical instabilities
  - synchronisation properties
- utilization of complex dynamics, functional chaos
  - communication using chaotic carriers, key exchange
  - random number generation
  - Information processing
  - optical coherence tomography



Nonlinear SL Emission Properties

- SL exhibit dynamical instabilities under various conditions
  - current modulation, light injection, or delayed optical feedback
  - high-power edge emitters (broad area lasers)
  - broad area VCSEL

semiconductor lasers as complex systems lab

- study of delayed feedback instabilities
  - instabilities in several applications due to delayed feedback from fibre or CD, DVD,..
  - delay renders the system dynamically infinite dimensional
  - aspects: dynamics, bifurcations, mechanisms, chaos-control, interaction with noise
  - excellent testbed, has boosted studies of delay-systems

characterizing picosecond spatio-temporal emission

- emission characteristics of standard Datacom-VCSEL

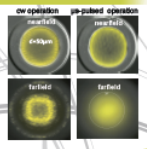
- emission characteristics are a "fingerprint" of light-semiconductor interactions: spatial hole burning, spectral hole burning, temperature effects,..
- interactions lead to complex dynamical behaviour

Controlling and Tailoring SL Emission

tailoring spatial coherence

broad area VCSEL

- cw operation:
  - emission in large number of transverse modes
- µs-pulsed operation
  - only slightly blurred nearfield, but
  - drastically changed farfield! (Gaussian)
- origin: breakdown of modal emission
- possible applications: speckle-reduced source, projection



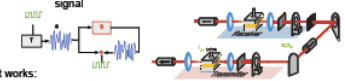
Experimental / Characterization Methods

- modern photonics lab
  - multitude of photonic sources
  - various characterization techniques
- temporal characterization of emission dynamics
  - multichannel16GHz real-time acquisition
- spectral characterization of emission dynamics
  - real-time spectrum analysis with 14 GHz bandwidth
  - spectral analysis with 30 GHz bandwidth
- optical characterization
  - grating spectrometers
  - Fabry-Perot spectrometers
- spatio-temporal characterization with
  - picosecond resolution
  - polarization resolution
  - spectral resolution

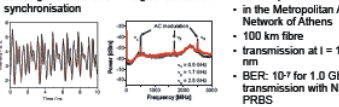
Utilization of Complex Dynamics

communication using chaotic carriers / key exchange

- principle:
  - generation of **suitable chaotic carrier** by the Transmitter
  - **encryption** of message by mixing it within the chaotic carrier of the Transmitter
  - **transmission** of entire signal to (matching) Receiver
  - **chaos synchronisation** if, and only if, Receiver is a "Twin system"
  - **extraction** of data via comparison of Transmitter and Receiver signal



- it works:
  - chaos generation and synchronisation
  - signal extraction
  - field experiment
  - in the Metropolitan Area Network of Athens
  - 100 km fibre
  - transmission at I = 1552 nm
  - BER: 10^{-7} for 1.0 Gbit/s transmission with NRZ PRBS



Utilization of Complex Dynamics II

Generation of random bit sequences

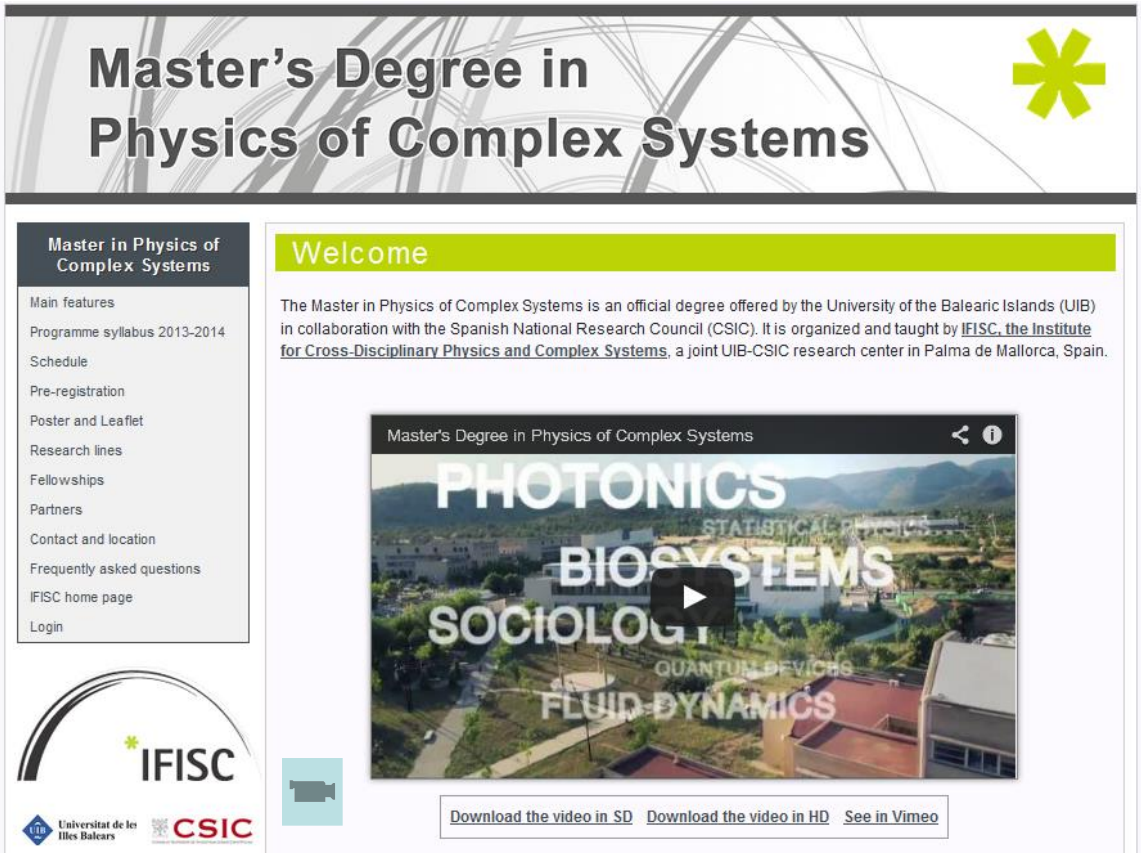
- principle:
  - utilize unpredictability of chaotic laser dynamics
  - continuous dynamical system with noise avoids periodicities and recurrences
- advantages:
  - high bit-rate sequences
  - optical implementation

Information processing

- principle:
  - photonic implementation of a Liquid State Machine
  - information processing based on classification
  - utilizing delay-coupled elements to obtain high-dimensional state-space projection

Current Goals & Future Perspectives

- tailor emission properties using nonlinear physics
- benefit from modern photonic sources
- towards networks of delay-coupled lasers
- develop novel applications based on complex behavior
- bio-mimetic photonic architectures



- **Surf@IFISC program**
- **IV Summer school**
- **UNESCO UniTwin Complex Systems Digital Campus**

http://unitwin-cs.org/index.html

- **Shared PhD program of excellence in Physics of UIB**

IFISC

IFISC WORKSHOPS

INTERNATIONAL CONFERENCE ON DELAYED COMPLEX SYSTEMS
June 4-8, 2012

SEARCH AND STOCHASTIC PHENOMENA IN COMPLEX PHYSICAL AND BIOLOGICAL SYTEMS
May 28 – June1, 2012

FISES 12 XVIII CONGRESO FISICA ESTADISTICA
October 18-20, 2012

2012 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NONLINEAR THEORY AND ITS APPLICATIONS
October 23-26, 2012

IWSOS 2013

7th INTERNATIONAL WORKSHOP ON SELFORGANIZING SYSTEMS
May 9-10, 2013

2nd QUANTUM THERMODYNAMICS CONFERENCE
April 19-24, 2015

IFISC WORKSHOPS (2012-15)

EXPLORATORY WORKSHOPS

FORUM ON THEORY AND MECHANISMS OF SOCIAL INTERACTION FOR THE BIG DATA ERA
May 6-8 2013

WORKSHOP ON URBAN DEVELOPMENT AND GLOBAL SYSTEMS SCIENCE
Brussels, 13-14 Feb 2013

TREE: DATA-DRIVEN MODELLING OF NETWORK-WIDE EXTENSION OF THE TREE OF REACTIONARY DELAYS IN ECAC AREA
January, 16, 2014

IFISC SUMMER SCHOOLS

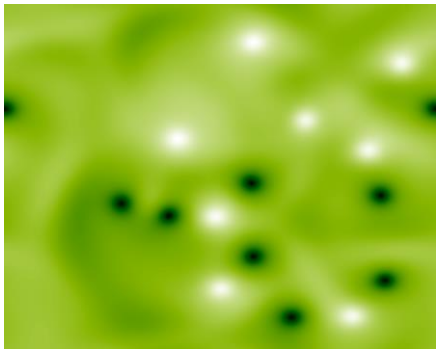
LINC FIRST SCHOOL: LEARNING ABOUT INTERACTING NETWORKS IN CLIMATE
September 10-12, 2012

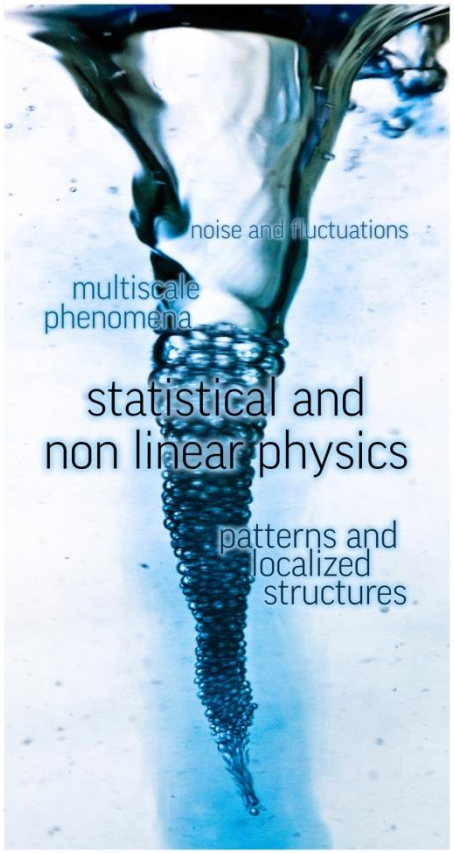
III SUMMER SCHOOL ON STATISTICAL PHYSICS OF COMPLEX AND SMALL SYSTEMS
September 2-13, 2013

IV SUMMER SCHOOL ON STATISTICAL PHYSICS OF COMPLEX AND SMALL SYSTEMS
September 8-19, 2014

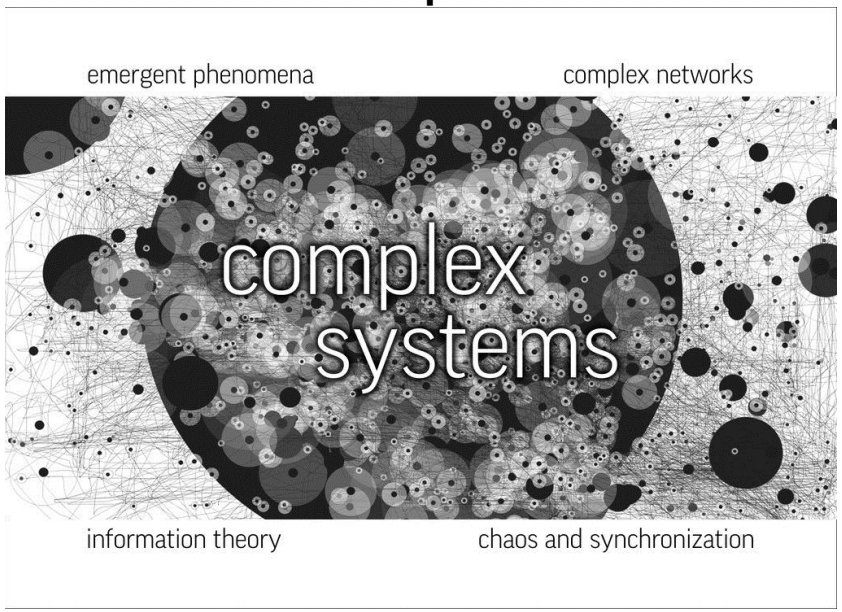
COMPLEX SYSTEMS. STATISTICAL AND NONLINEAR PHYSICS

Complex systems are characterized by **emergent** and **collective** phenomena of many interacting units. Fundamental understanding of these systems comes from Statistical Physics together with the Theory of Dynamical Systems, which includes the study of **chaos** and the effect of **fluctuations** and random events on systems evolution.





Phenomena under consideration include **synchronization**, phase **transitions**, nonequilibrium **instabilities**, spatio-temporal **pattern** formation, or dynamics and evolution of **complex networks**.



Research projects:

-INTENSE@COSYP
Complex Systems Physics: Information, Technology, Society and Ecology**.** PI. M. San Miguel

-LASAGNE
Multi-Layer Spatiotemporal Generalized Networks
PI. M. San Miguel

-LINC
Learning about Interacting Networks in Climate
PI. E. Hernández-García

-ESOTECOS
Emergent Social, Technological and Ecological Complex Systems
PI. P. Colet

IFISC

IFISC Research Lines

COMPLEX SYSTEMS. STATISTICAL AND NONLINEAR PHYSICS

PA 2014-17 Objectives

- Main objective:
Understanding emergent phenomena in complex systems using the framework of nonlinear and statistical physics and dynamical systems.

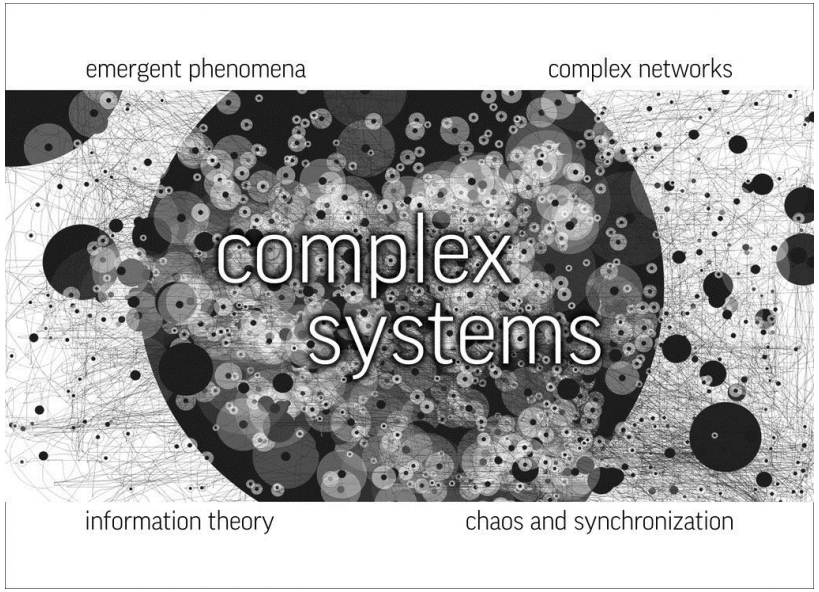
Specific objectives:

- Study of micro-macro connections

- Network inference and detection of causality in large data-sets

- Investigation of non-local interactions, memory, delay, noise and heterogeneity in complex systems

- Generic approaches to complex networks and master equations, including fluctuation relations



Research projects:

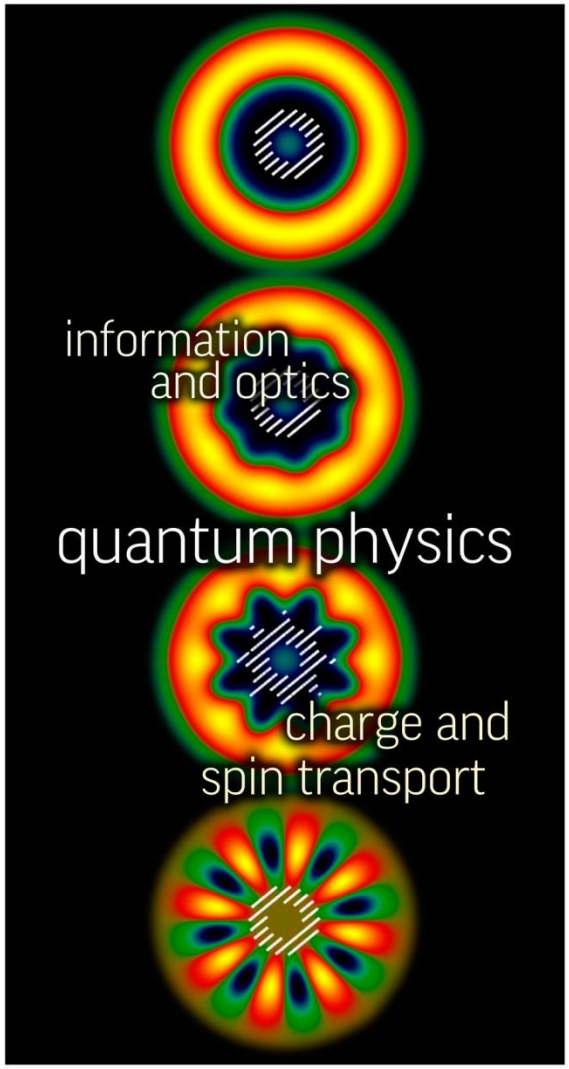
-INTENSE@COSYP
Complex Systems Physics: Information, Technology, Societyand Ecology**.** PI. M. San Miguel

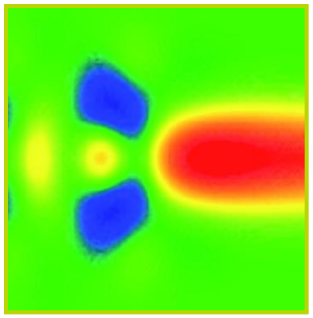
-LASAGNE
Multi-Layer Spatiotemporal Generalized Networks
PI. M. San Miguel

-LINC
Learning about Interacting Networks in Climate
PI. E. Hernández-García

-ESOTECOS
Emergent Social, Technological and Ecological Complex Systems
PI. P. Colet

TRANSPORT AND INFORMATION IN QUANTUM SYSTEMS





Studies of quantum properties of transport through nanostructures and quantum information theory. Subjects of interest include: mesoscopic systems, spintronics, thermoelectrics, quantum correlations, classical-quantum transition, quantum phenomena in out of equilibrium systems, complex quantum phenomena

Quantum Spin liquids

Rosa López

David Sánchez

Llorens Serra

Roberta Zambrini

TRANSPORT AND INFORMATION IN QUANTUM SYSTEMS

Rosa López

David Sánchez

Llorens Serra

Roberta Zambrini

PA 2014-17 Objectives

- Main objective: Study of quantum properties of transport in nanostructures and advancing understanding of of quantum complex systems.

Specific objectives:

- Complex quantum phenomena in mesoscopic, spintronic, thermoelectric, optical and out of equilibrium systems. Quantum synchronization

- Superconductivity and Majorana physics

- Classical-quantum transition and quantum correlations. Quantum probes of complex systems.

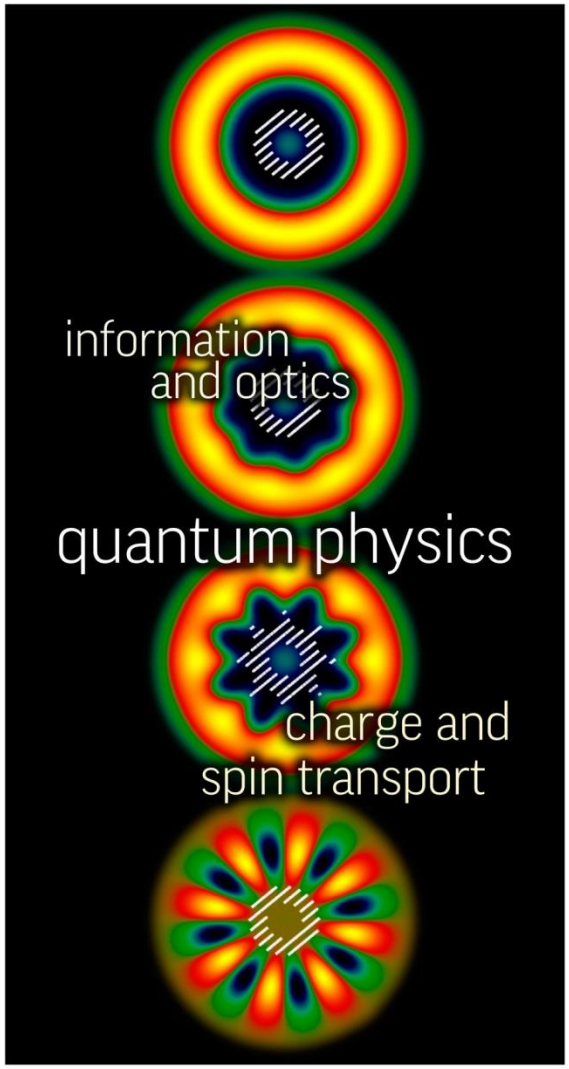
Research projects:

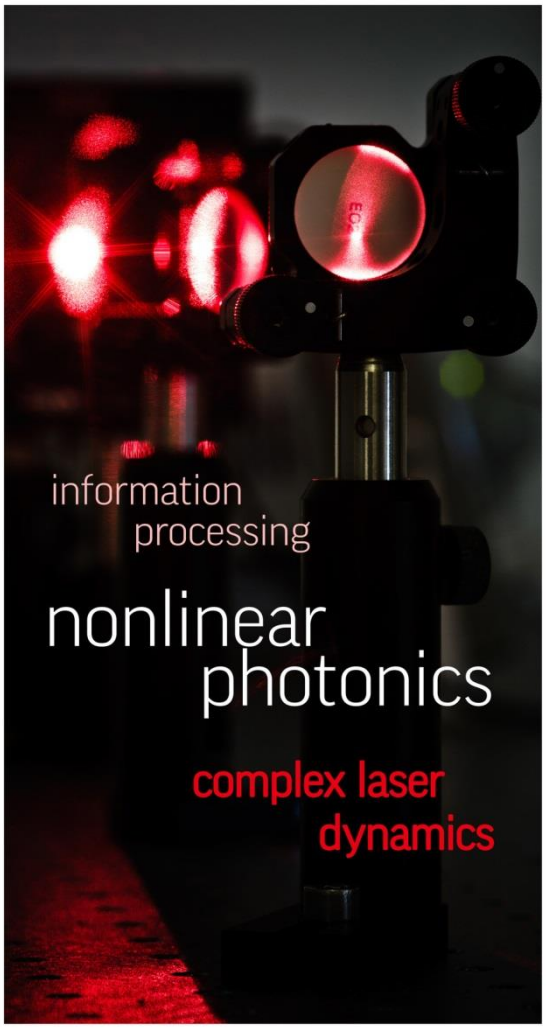
-TIQS
Transport and Information in Quantum Systems**.**
PI. Ll. Serra

-SET@QT
Spintronics, Energy, and Topology @ Quantum Transport PI. R. López

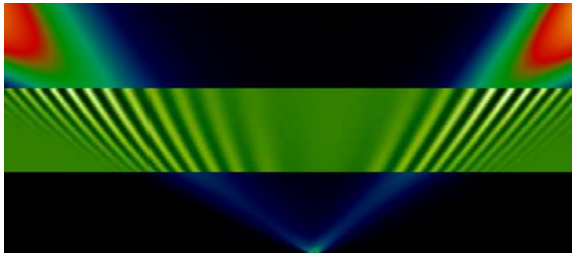
-NOMAQ: Non-Markovian quantum evolutions in structured environments
PI. R. Zambrini

-QuProCS: Quantum Probes for Complex Systems
PI R. Zambrini





NONLINEAR PHOTONICS



Nonlinear phenomena, dynamical instabilities and synchronization in photonic systems. Performing experiments on and modelling of modern photonic sources, network motifs and networks of coupled photonic elements, fundamental questions, as well as novel applications to communication and photonic information processing schemes are being explored.

Pere Colet

Ingo Fischer

Damià Gomila

Claudio Mirasso

Roberta Zambrini

NONLINEAR PHOTONICS

PA 2014-17 Objectives

- Main objective: To explore fundamental phenomena and applications of nonlinear photonic systems, by experiment and modeling.

Specific objectives:

- Investigation of nonlinear phenomena, dynamical instabilities and synchronization in photonic systems, including delay effects and network motifs

- Applications of delay-coupled laser systems: encrypted communication, random bit generation, all-optical information processing, neuro-inspired machine learning

- Investigation and utilization of spatio-temporal dynamics of broad area lasers and laser arrays

Pere Colet

Ingo Fischer

Damià Gomila

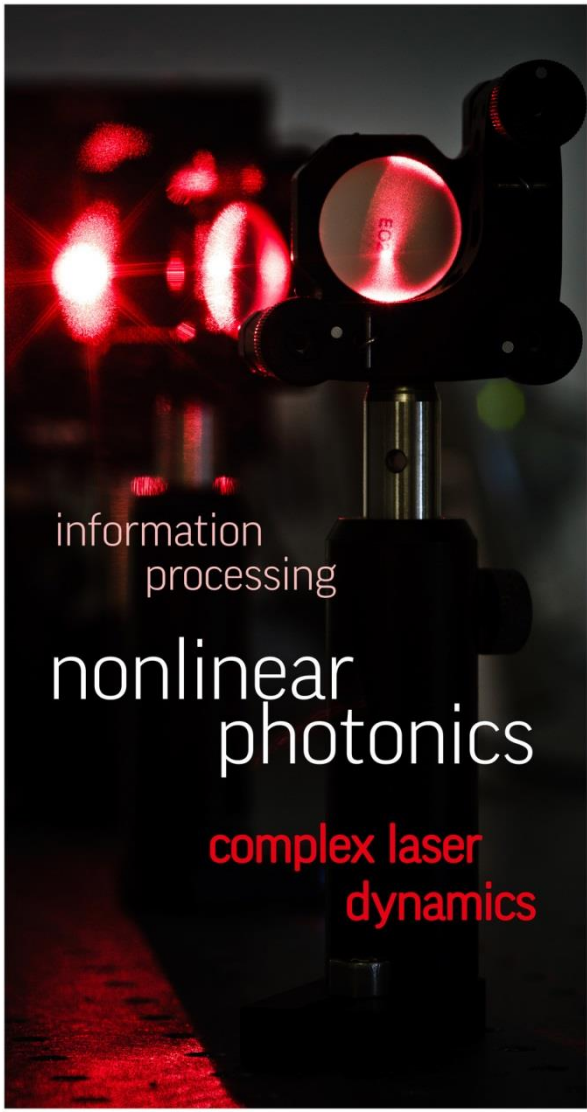
Claudio Mirasso

Roberta Zambrini

Research projects:

-TRIPHOP
Towards brain-inspired efficient photonic information processing**.**
PI. I. Fischer

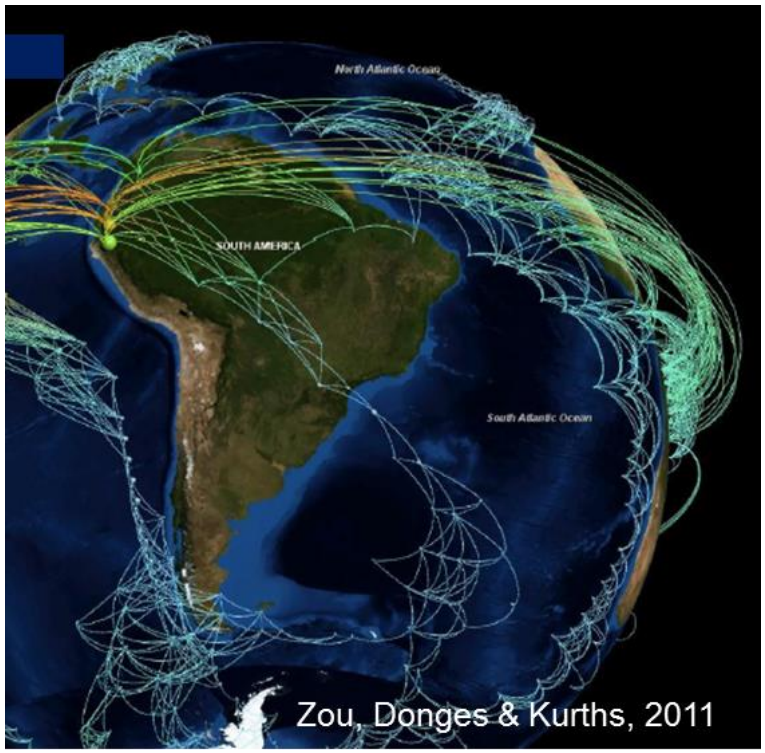
-NeuroQNet: Neuromorphic Computing using QD-Networks**,**
PI. I. Fischer



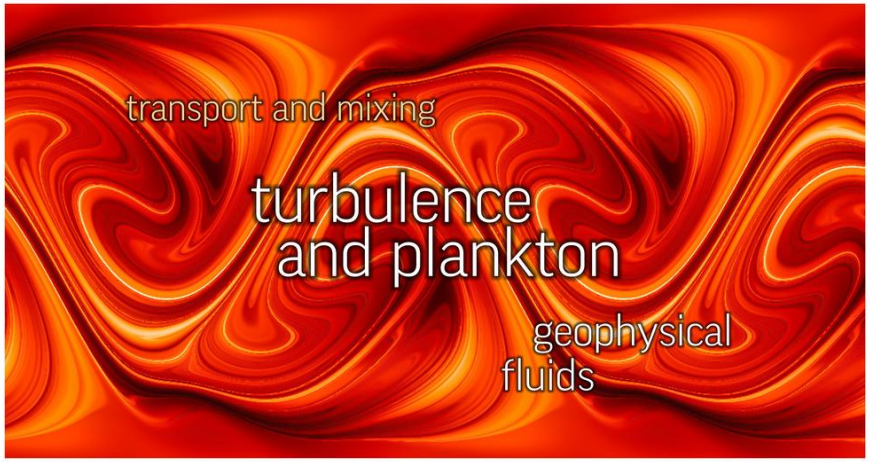
IFISC

NONLINEAR DYNAMICS IN FLUIDS

Stirring and mixing in fluid flow, Lagrangian transport in the ocean and the atmosphere, dynamics of planktonic populations and Coherent Structures.



IFISC Research Lines



Emilio Hernández

Cristóbal López

Tomàs Sintes

Research projects:

-ESCOLA
Lagrangian Coherent Structures in the Ocean Dynamics
PI. C. López

-LINC
Learning about Interacting Networks in Climate
PI. E. Hernández-García

-LAOP: Lagrangian studies of Oceanic Processes: connectivity patterns, barriers to transport and marine populations PI. C. López

NONLINEAR DYNAMICS IN FLUIDS

Emilio Hernández

Cristóbal López

Tomàs Sintes

PA 2014-17 Objectives

- Main objective: Study basic processes in fluid flow for which nonlinear dynamics has shown to be useful, such as stirring, mixing, biological reactivity, or turbulence

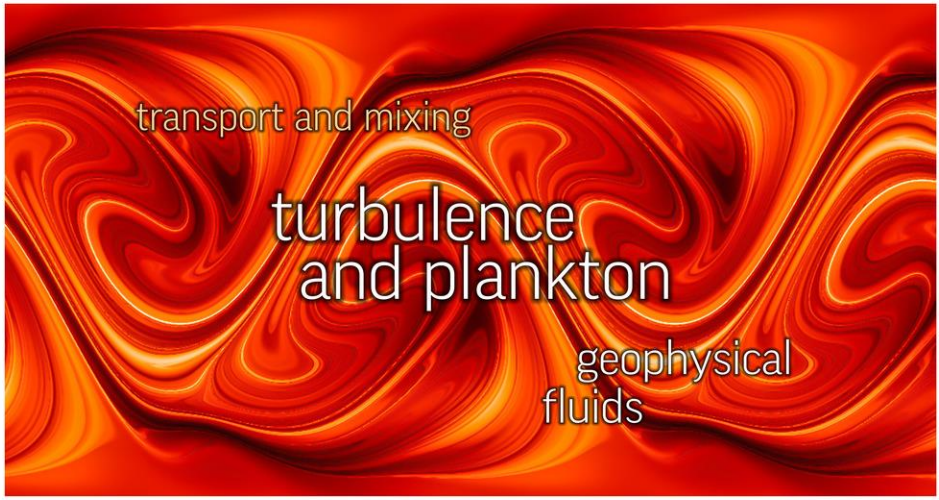
Specific objectives:

- Identification of two- and three-dimensional Lagrangian Coherent Structures in model systems, oceanic and atmospheric data

- Analysis of the impact of flow on plankton productivity and in marine biogeochemical process

- Influence of transport in the functioning of the Earth system and climate

IFISC Research Lines



Geophysical Research Letters, Tellus A, Nonlinear Processes in Geophysics, J. Marine Systems, Estuaries and Coasts, Deep Sea Research, Ocean Modelling, Continental Self Research.

Research projects:

-ESCOLA
Lagrangian Coherent Structures in the Ocean Dynamics
PI. C. López

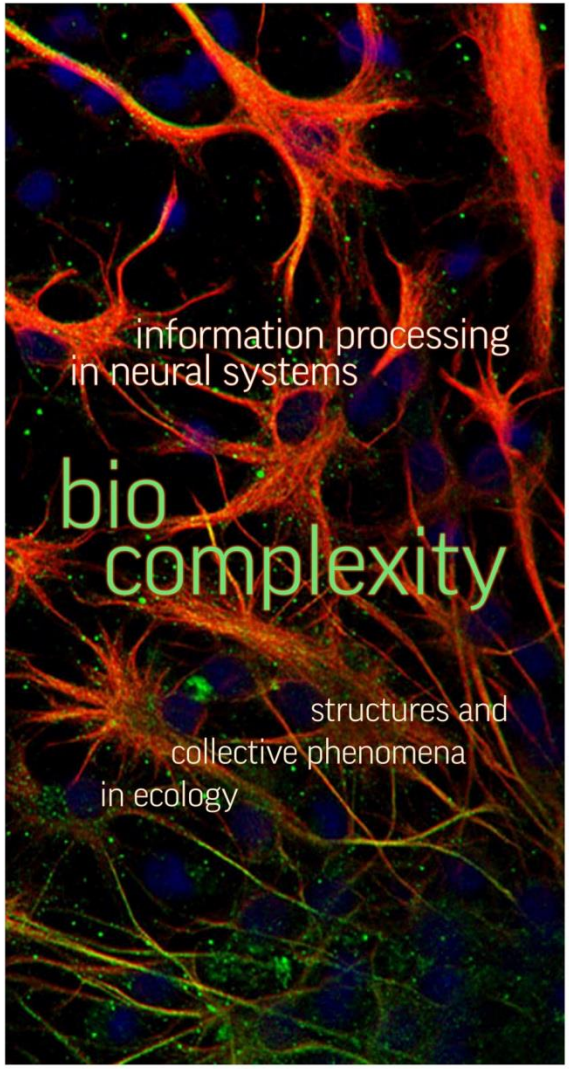
-LINC
Learning about Interacting Networks in Climate
PI. E. Hernández-García

-LAOP: Lagrangian studies of Oceanic Processes: connectivity patterns, barriers to transport and marine populations PI. C. López

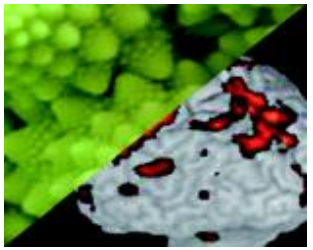
IFISC

IFISC Research Lines

BIOCOMPLEXITY



Study of biological systems under the prism of Complex Systems science, i.e. from the tenet that important observed behavior stems from emergent interactions among constituents.



Nonlinear dynamics and emergent phenomena in biological systems, in particular information processing in neuronal systems, complex structures, networks and collective phenomena in ecology.

-INTENSE@COSYP
Complex Systems Physics: Information, Technology, Society and Ecology**.**

-ESOTECOS
Emergent Social, Technological and Ecological Complex Systems

-CAASE: Coupled Animal and Artificial Sensing for Sustainable Ecosystems

V.M. Eguíluz

E. Hernández

Ingo Fischer

C. López

M. Matías

C. Mirasso

T. Sintes

R. Toral

IFISC Research Lines

PA 2014-17 Objectives

- Main objective: : Study of biological systems under the prism of Complex Systems science, i.e. from the tenet that important observed behavior stems from emergent interactions among constituents.

Specific objectives:

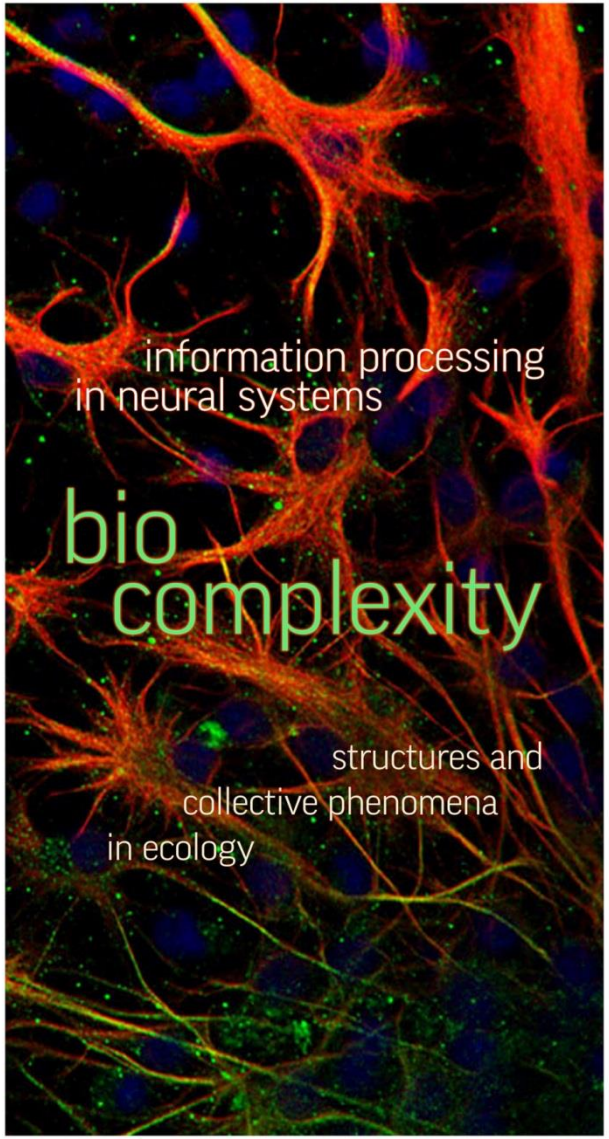
- Study of information processing in the brain: encoding-maintenance and decoding of information, robustness and reliability, transient behavior and attractors

- Analyze synchronization in sensory processing: network topologies and conduction delays

- Understand the interplay of mobility and ecological interactions in population dynamics

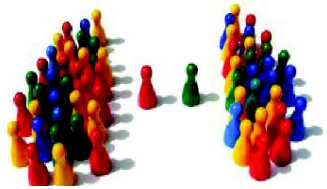
- Modeling of vegetation spatial patterns, clonal, and biological diversity

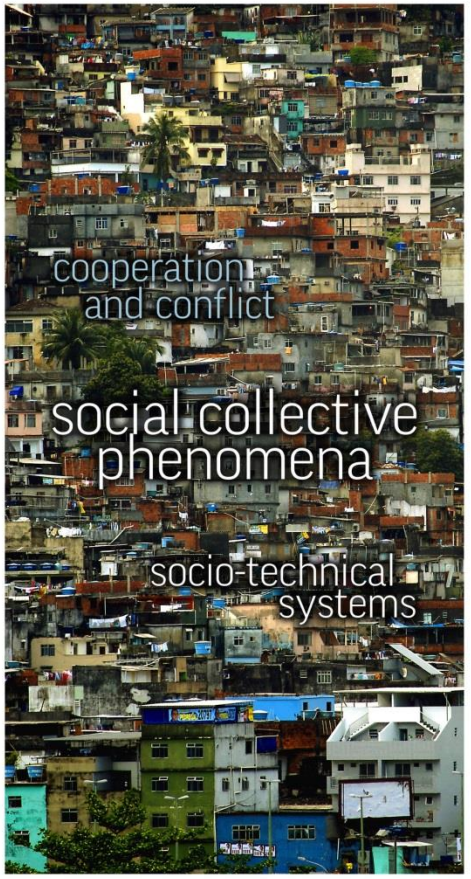
* Biosystems, J. Theoretical Biology, Mathematical Biosciences, Biophysics Journal, Physical Biology, BMC Systems Biology, BMC Evolutionary Biology, BMC Medicine, Oikos, The American Naturalist, Trends in Ecology and Evolution, Theoretical Ecology, Ecological Complexity, Ecological Modelling, J. Royal Society Interface. Inferface Focus, HFSP Journal, Developmental Dynamics, Marine Ecology Progress Series, PLoS ONE, PLoS Computational Biology, Birth Defects Research, J. of Physiology, Neuroscience Letters, J. Neurophysiology, J. of Neuroscience, Neuroimage, European J. of Pharmaceutical Sciences .



DYNAMICS AND COLLECTIVE PHENOMENA OF SOCIAL SYSTEMS

Concepts, tools and models aiming at identifying generic mechanisms underlying **collective phenomena** in these systems are developed with the use of **Game Theory**, **Statistical Physics**, **Agent Based Models** and **Complex Networks** Theory. **Opinion formation, Cooperation**, **cultural conflicts** and problems of **social consensus** are examples of phenomena under study. Present focus is on **data driven** research on **socio-technical** systems.





- J. Economic Dynamics and Control, American Journal of Sociology, J. Artificial Societies and Social Simulation, J. of Conflict Resolution, Advances in Complex Systems, PLoS ONE, Quantitative Finance, Technological Forecasting and Social Change, International Journal of the Sociology of Language

DYNAMICS AND COLLECTIVE PHENOMENA OF SOCIAL SYSTEMS

PA 2014-17 Objectives

- Main objective: : Identification and modeling of generic mechanisms underlying collective phenomena in social and socio-technical systems

Specific objectives:

- Study of multilayer and dynamical complex social networks

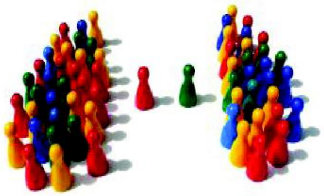
- Understand information aggregation, trust, emotions, meaning, consensus and popularity in social systems

- Data analysis and modeling of delay propagation in the air transport network

- Study of energy efficiency and power-grid operation policies based on social networks

- Analyzing urban mobility from geolocalized online data

Research projects:



-MODASS: Modelización y análisis de sistemas sociales**.** PI. V. M. Eguíluz

-EUNOIA: Evolutive User-centric networks for Intraurban Accesibility

PI. M. San Miguel

-INSIGHT: Innovative Policy Modellir and Governance Tools for Sustainable Post-Crisis Urban Development

PI. J. Ramasco

-TREE: Data-driven modelling of network-wide extension of the Tree of REactionary delays in ECAC área

PI. J. Ramasco

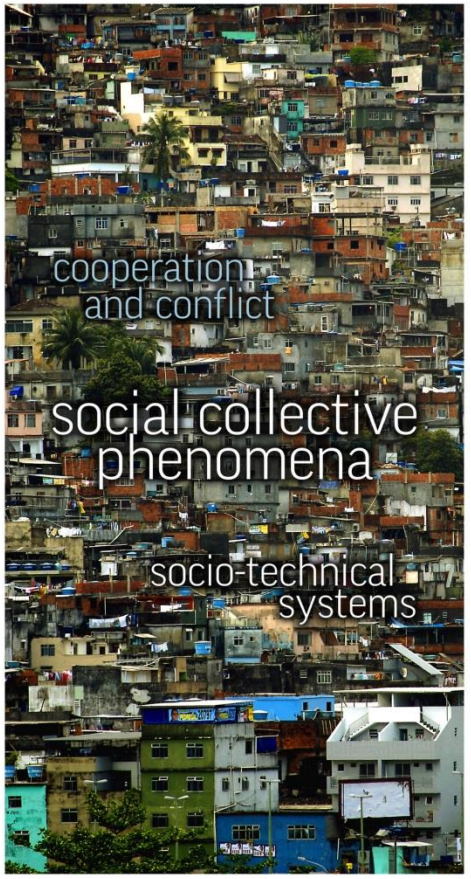
-BIGDATA4ATM: Passenger-centri Big Data Sources for Socio-economic and Behavioural Research in ATM

PI. J. Ramasco

-ESOTECOS

Emergent Social, Technological and Ecological Complex Systems

PI. P. Colet



OUTREACH

2015 International Year of Light

Laser Graffitti

Mini-Solar Car Race in Palma
World Environmental Day

Casal Solleric Exhibition

@IFISC_mallorca

http://www.facebook.com/

MEDIA IMPACT

Local media

B@LEÓPOLIS

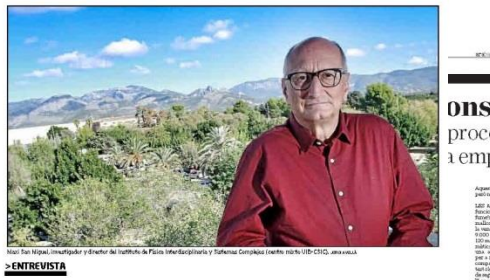
EL SUPLEMENTO DE LA INNOVACIÓN EN LAS ISLAS

EL MUNDO
NÚMERO 318 / MARTES 10 DE NOVIEMBRE DE 2015
www.elmundo.es/baleares

> Divulgación / Humor

Ciencia a carcajadas, monólogos con conocimiento

PÁGINA 3



Maxi San Miguel, investigador y director del Instituto de Física Interdisciplinaria y Sistemas Complejos (centro mixto UIB-CSIC), una «rara»

> ENTREVISTA

«Ser físico es una actitud»

> **Maxi San Miguel** es doctor en Física, catedrático de la UIB desde 1986 y director e investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC) un centro mixto UIB-CSIC. **Elena**

En el seguido congreso mundial de la Sociedad de Sistemas Complejos (Complex Systems Society) celebrado en Tempe, Arizona, esta organización internacional, compuesta por unos 800 investigadores de todo el mundo, otorgó el premio 'Científico Sénior 2015' a Maxi San Miguel en reconocimiento a sus contribuciones fundamentales al entendimiento de las ciencias de la complejidad. En la última década, sus estudios se han centrado en las ciencias sociales computacionales.

Pregunta.– ¿Qué son los sistemas complejos?

Respuesta.– El lema de los sistemas complejos es una frase atribuida a Aristóteles que dice así: todo es más que la suma de las partes. Por sistemas complejos entendemos aquellos en los que de la interacción entre elementos individuales surge lo que se llaman fenómenos emergentes, que no se pueden reducir al comportamiento de cada uno de ellos por separado. Hawking dice que la complejidad es la ciencia del siglo XXI y a mí me gusta definirlo como el intento de la emergencia sobre el reduccionismo. Hasta hace unos años ese era el paradigma científico: reducir, se buscaba entender cuáles eran los componentes últimos fundamentales de la materia. Ese camino creo que se ha recorrido en gran medida, ya estamos en el momento, el mayor desafío ya particularmente en la frontera con ciencia, en el que hay que entender cómo lo hace el sistema y cómo el comportamiento de un sólo elemento no vence a lo grande. Los ejemplos son muchos, pero la mente es el más obvio, la conciencia no se entiende conociendo a fondo una neurona por que es el fenómeno emergente que surge de la interacción de las conexiones neuronales. Otro ejemplo podría ser el movimiento de una bandada de estorninos formando figuras que evolucionan en el espacio y el tiempo, y que nunca se llegaría a entender del estudio de la biología de una de estas aves, porque es mucho más.

P.– ¿Qué aportan los físicos a la investigación de sistemas complejos?

R.– Los físicos, sobre todo a partir de los años 70, hemos comenzado a entender fenómenos colectivos emergentes de la interacción entre las partículas, lo que nos ha dado una serie de herramientas, de conocimientos y de conceptos, como la universalidad, o el tener muy claro que sistemas aparentemente distintos, porque los que los componen lo hacen de una manera similar, pueden tener comportamientos idénticos. Esa visión de cómo que se ha recorrido en física y, en este momento, el mayor desafío ya particularmente en la frontera con ciencia, en el que hay que entender cómo lo hace el sistema y cómo el comportamiento de un sólo elemento no vence a lo grande. Los ejemplos son muchos, pero la mente es el más obvio, la conciencia no se entiende conociendo a fondo una neurona por que es el fenómeno emergente que surge de la interacción de las conexiones neuronales. Otro ejemplo podría ser el movimiento de una bandada de estorninos formando figuras que evolucionan en el espacio y el tiempo, y que nunca se llegaría a entender del estudio de la biología de una de estas aves, porque es mucho más.

TESI DOCTORAL

Física estadística al servei de l'estudi de la complexitat social

■ La tesi doctoral de Juan Fernández Gracia, defensada a la Universitat de les Illes Balears, s'emmarca en l'estudi de les dinàmiques socials des de la física estadística i el tractament de grans quantitats de dades (*big data*). La tesi l'han dirigida els doctors Maxi San Miguel i Víctor M. Eguíluz, de l'Institut de Física Interdisciplinària i Sistemes

RECERCA

L'IFISC reuneix experts a la UIB pe cercar solucions als retards aeris

▶ Experts en navegació aèria es reuneixen a la Universitat en el marc del projecte TREE

J.M.V.
PALMA

■ L'Institut de Física Interdisciplinària i Sistemes Complexos (CSIC-UIB) va reunir a la Universitat diferents experts en el trànsit aeri europeu que varen participar els una jornada de treball en el marc del projecte TREE, que té com a objectiu crear un model de simulació de la propagació dels retards aeris a Europa.

TREE és un projecte europeu coordinat per Isaro Etxebarria, de l'empresa pública espanyola Isdefe, i que compta com a investi- r Ra- ist de apus. en el ice eu- prin- ipals rega- eixen e im- per a p isti- to d q ami i isti- ció aer EE

La jornada es va fer la setmana passada a la Universitat UIB

elaborar un model similar per al trànsit aeri europeu que ha d'in- Actualment el projecte TREE es troba en la fase de recollida i ad- volupat, i els seus resultats estat contrastats amb episo als fent servir dades del trà- dels Estats Units. Actualit-

VIERNES, 2 DE OCTUBRE DE 2015

La Sociedad de Sistemas Complejos premia al doctor en Física del IFISC Maxi San Miguel

G.P.

La Sociedad de Sistemas Complejos (Complex Systems Society) ha decidido premiar a Maxi San Miguel, investigador y director del Institut de Física Interdisciplinària y Sistemes Complexos (centre mixt UIB-CSIC), con el premio científico senior 2015 como reconocimiento a su trayectoria profesional.

Maxi San Miguel.

Entre sus investigaciones destacan los resultados obtenidos en el ámbito de la física estadística, la dinámica no lineal, la fotónica y las ciencias sociales computacionales.

Ilustraciones que representan dos de los dilemas morales que se presentarán a los participantes en este estudio de investigación. / MARCELO PEREIRA

Las redes cerebrales de la moral

> **Neurociencia/** Investigadores de la UIB analizarán el funcionamiento de las redes cerebrales que se correlacionan con la evaluación moral en dos colectivos diferenciados, como son los jueces y los delincuentes. **Elena Soto**

Forma usted parte de un grupo de submarinistas que desactiva minas. Un submarinista se ha herido y la sangre ha atraído a varios tiburones. Usted tiene un fusil con un solo arpón, y hay muchos tiburones. El submarinista que sangra nada hacia la jaula protectora y la alcanzará antes que usted y los demás, con lo que los tiburones les atraparán. Si dispara su arpón contra el herido lo matará y los tiburones se detendrán a comérselo, pero les dará tiempo a ustedes a alcanzar la jaula y salvarse. ¿Dispararía un arpón contra el herido?

Este dilema moral, que se conoce como *Juicios morales realizados por jueces y delincuentes*, llevado a cabo por investigadores del grupo de investigación en Evolución y Cognición Humana (EVOCOG) de la UIB, rastreará el cerebro de estos dos colectivos para evaluar la valoración moral en este tipo de situaciones extremas. Uno de los objetivos que se han propuesto los investigadores es comparar las diferencias que existen entre estos dos colectivos, ya que, como explica Cela Conde, «pero ponerla en marcha ha sido una tarea complicada. Finalmente la llevaremos a cabo con personas en tercer grado, con delito de sangre. El Ministerio del Interior nos va a remitir a los centros de reinserción y mostrará nuestra propuesta a todos los que cumplan estos requisitos para que decidan si quieren participar».

«En una primera sesión se realizará una evaluación en el colectivo de los delincuentes porque queremos diferenciar los que presentan conductas psicopáticas de los que no. Después, en una segunda sesión, se realizará la misma evaluación en el colectivo de los jueces, para ver si existen diferencias entre ambos grupos», explica Cela Conde.

El experimento consistirá en plantear a los participantes una serie de dilemas morales y uno no moral, por ejemplo ¿qué medio de transporte utilizarías para ir de vacaciones? «Los primeros son todos dilemas que han sido normativizados y estudiados por nuestro grupo de investigación, mientras que los segundos son dilemas que hemos creado nosotros», explica Cela Conde.

Los investigadores llevarán a cabo diferentes comparaciones entre los distintos grupos para averiguar si los procesos cerebrales de los jueces, de los dos tipos de delincuentes y del grupo control son los mismos o se emplean redes diferentes.

La actividad cerebral mientras llevan a cabo tareas de decisión personal se evaluará mediante magnetoencefalografía (MEG), una técnica que puede detectar cambios pequeños en campos magnéticos cerebrales, precisamente, esos cambios que causan que muchas células se activen al mismo tiempo.

SIGUE EN PÁGINA 2

Maxi San Miguel, investigador y director del Instituto de Física Interdisciplinaria y Sistemas Complejos (centro mixto UIB-CSIC), una «rara»

> ENTREVISTA

«Ser físico es una actitud»

> **Maxi San Miguel** es doctor en Física, catedrático de la UIB desde 1986 y director e investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC) un centro mixto UIB-CSIC. **Elena**

En el seguido congreso mundial de la Sociedad de Sistemas Complejos (Complex Systems Society) celebrado en Tempe, Arizona, esta organización internacional, compuesta por unos 800 investigadores de todo el mundo, otorgó el premio 'Científico Sénior 2015' a Maxi San Miguel en reconocimiento a sus contribuciones fundamentales al entendimiento de las ciencias de la complejidad. En la última década, sus estudios se han centrado en las ciencias sociales computacionales.

Pregunta.– ¿Qué son los sistemas complejos?

Respuesta.– El lema de los sistemas complejos es una frase atribuida a Aristóteles que dice así: todo es más que la suma de las partes. Por sistemas complejos entendemos aquellos en los que de la interacción entre elementos individuales surge lo que se llaman fenómenos emergentes, que no se pueden reducir al comportamiento de cada uno de ellos por separado. Hawking dice que la complejidad es la ciencia del siglo XXI y a mí me gusta definirlo como el intento de la emergencia sobre el reduccionismo. Hasta hace unos años ese era el paradigma científico: reducir, se buscaba entender cuáles eran los componentes últimos fundamentales de la materia. Ese camino creo que se ha recorrido en gran medida, ya estamos en el momento, el mayor desafío ya particularmente en la frontera con ciencia, en el que hay que entender cómo lo hace el sistema y cómo el comportamiento de un sólo elemento no vence a lo grande. Los ejemplos son muchos, pero la mente es el más obvio, la conciencia no se entiende conociendo a fondo una neurona por que es el fenómeno emergente que surge de la interacción de las conexiones neuronales. Otro ejemplo podría ser el movimiento de una bandada de estorninos formando figuras que evolucionan en el espacio y el tiempo, y que nunca se llegaría a entender del estudio de la biología de una de estas aves, porque es mucho más.

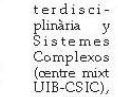
P.– ¿Qué aportan los físicos a la investigación de sistemas complejos?

R.– Los físicos, sobre todo a partir de los años 70, hemos comenzado a entender fenómenos colectivos emergentes de la interacción entre las partículas, lo que nos ha dado una serie de herramientas, de conocimientos y de conceptos, como la universalidad, o el tener muy claro que sistemas aparentemente distintos, porque los que los componen lo hacen de una manera similar, pueden tener comportamientos idénticos. Esa visión de cómo

ons a la mà

procedents de la UIB, ofereix a empreses, 'start-up' i professionals

La solidaritat dels científics



AMB LA COL·LABORACIÓ DE

FundacióBit
Fundació balear d'innovació i tecnologia

Els remolins, les parets de la mar

Ilustraciones que representan dos de los dilemas morales que se presentarán a los participantes en este estudio de investigación. / MARCELO PEREIRA

Las redes cerebrales de la moral

> **Neurociencia/** Investigadores de la UIB analizarán el funcionamiento de las redes cerebrales que se correlacionan con la evaluación moral en dos colectivos diferenciados, como son los jueces y los delincuentes. **Elena Soto**

Forma usted parte de un grupo de submarinistas que desactiva minas. Un submarinista se ha herido y la sangre ha atraído a varios tiburones. Usted tiene un fusil con un solo arpón, y hay muchos tiburones. El submarinista que sangra nada hacia la jaula protectora y la alcanzará antes que usted y los demás, con lo que los tiburones les atraparán. Si dispara su arpón contra el herido lo matará y los tiburones se detendrán a comérselo, pero les dará tiempo a ustedes a alcanzar la jaula y salvarse. ¿Dispararía un arpón contra el herido?

Este dilema moral, que se conoce como *Juicios morales realizados por jueces y delincuentes*, llevado a cabo por investigadores del grupo de investigación en Evolución y Cognición Humana (EVOCOG) de la UIB, rastreará el cerebro de estos dos colectivos para evaluar la valoración moral en este tipo de situaciones extremas. Uno de los objetivos que se han propuesto los investigadores es comparar las diferencias que existen entre estos dos colectivos, ya que, como explica Cela Conde, «pero ponerla en marcha ha sido una tarea complicada. Finalmente la llevaremos a cabo con personas en tercer grado, con delito de sangre. El Ministerio del Interior nos va a remitir a los centros de reinserción y mostrará nuestra propuesta a todos los que cumplan estos requisitos para que decidan si quieren participar».

«En una primera sesión se realizará una evaluación en el colectivo de los delincuentes porque queremos diferenciar los que presentan conductas psicopáticas de los que no. Después, en una segunda sesión, se realizará la misma evaluación en el colectivo de los jueces, para ver si existen diferencias entre ambos grupos para averiguar si los procesos cerebrales de los jueces, de los dos tipos de delincuentes y del grupo control son los mismos o se emplean redes diferentes.

La actividad cerebral mientras llevan a cabo tareas de decisión personal se evaluará mediante magnetoencefalografía (MEG), una técnica que puede detectar cambios pequeños en campos magnéticos cerebrales, precisamente, esos cambios que causan que muchas células se activen al mismo tiempo.

SIGUE EN PÁGINA 2

Ultima Hora

VIERNES, 2 DE OCTUBRE DE 2015

OPINIÓN

POR PERE BONNÍN

Capicúa con retranca

Luz y ciencia

El Casal Solleric acoge la exposición científica interactiva 'Il·lumina't'

E. MART

El 13 de noviembre se cumplieron 878 años de la unión del Reino de Aragón al Condado de Barcelona. Ramiro II, el monje, subió al trono de un reino inventado por los nobles aragoneses para independizarse de Navarra. Las luchas intestinas le acorralaban sometiere a Castilla o buscar la protección del Conde de Barcelona. Optó por esto último y casó a su hija Petronila con Ramon Berenguer IV. El título real de Ramiro no era aceptado por el Papa, ya que las federes militares eran las herederas legítimas del territorio aragonés. Ramon Berenguer IV pactó con ellas la cesión del territorio con la aprobación del Papa, adquiriendo así su dominio efectivo y legítimo. Ramiro II abdicó en Ramon Berenguer IV "tanquam regi", en calidad de rey. Fue Ramon Berenguer no quiso usar nunca el título. Había prometido a Ramiro respetar la personalidad de la nación aragonesa –leyes, lengua, derecho, autonomía–, por lo que no hubo anexión sino confederación. Este sistema confederal se aplicaría luego al Reino de Valencia y al Reino de Mallorca, feudo del Conde de Barcelona, integrado por el archipiélago balear y el territorio continental llamado actualmente Catalunya Nord. La ocupación militar franco-castellana de la nación catalana y la introducción del absolutismo borbónico degradó la Confederación Catalana-Aragonesa a provincias castellanas y departamentos franceses.

recordó divulgativo e interactivo sobre algunas de las propiedades que se generan a partir de esta ciencia y cómo se desarrolla. «La luz da vida a través de la fotosíntesis, permite mirar al pasado y avanzar hacia el futuro, ahora lo más importante es que la ciencia recupere protagonismo dentro de la sociedad», aseguraba ayer el responsable de Divulgación del IFISC, Claudio Mirasso, durante la presentación de la muestra.

Interactivo. La muestra es interactiva. En la imagen de la derecha, Francisca Niell, Jordi Llabrés, Pilar Ribal, Eduardo Mayans y Claudio Mirasso

MEDIA IMPACT

National and International

ABC.es

Noticias agencias

CSIC y Logitravel suscriben acuerdo de colaboración en manejo de "Big Data"

(BALEARES) SECTORES-EMPRESAS | > AREA: ECONOMIA, NEGOCIOS Y FINANZAS

10-06-2015 / 18:10 h EFE

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el grupo Logitravel han suscrito hoy un acuerdo de colaboración en el manejo

EL PAIS

POLÍTICA

Los tuits dibujan la V de la Vía Catalana

Un equipo de investigadores dibuja un mapa de la manifestación en forma de V gracias a tuits

NUÑO DOMÉNQUEZ | 11 SEP 2014 - 21:51 CEST

Archivado en: Twitter Diada Redes sociales Fiestas autonómicas Comunidades autónomas Fiestas Administración autonómica Tecnología Internet Empresas Economía Telecomunicaciones Administración pública Ciencia Comunicaciones

El recorrido de la Diada entre las 14.00 y las 18.00 el miércoles y el jueves.

Los tuits geolocalizados enviados este jueves desde Barcelona han permitido a un equipo de investigadores dibujar en el mapa la manifestación en forma de V que ha celebrado la Diada en las calles de Barcelona y a la que han asistido cientos de miles de personas. Los investigadores, del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC), en Baleares, ya había realizado un trabajo similar el año pasado coincidiendo con la cadena humana realizada el 11 de septiembre de 2013.

Los investigadores han descargado tuits geolocalizados en Cataluña (con datos de la hora y las coordenadas desde donde se han enviado) durante cada hora a largo del día nacional de Cataluña. Al contrario que el año pasado, no se ha hecho ningún tipo de preselección en base a *hashtag* o palabra clave, solo por localización geográfica, según informa el IFISC en una nota. Como control, los investigadores han medido los tuits geolocalizados en la misma zona en el día de ayer.

Newsweek

Using Twitter, Linguists Find Global 'Superdialects'

By Taylor Wofford

In an attempt to map Spanish dialects on a global scale, linguistics researchers Bruno Gonçalves and David Sánchez analyzed more than 50 million geotagged tweets, looking at certain words which vary from dialect to dialect. The word for sandwich, for instance, can be bocadillo, bocadito, bocata, emparedado, sandwich, sangüis, sangüich, or sanwich, depending on the dialect.

OEI | Ciencia | Red | Formación | Contactar |

iberoamericadivulga | red iberoamericana de comunicación y divulgación científica

Inicio | Opinión | Reportajes | Noticias | Entrevistas | Multimedia

Twitter revela que hay dos superdialectos del español

SINC - Existen dos grandes superdialectos del castellano en Twitter: uno compartido por las grandes ciudades españolas y americanas, y otro característico de zonas rurales. Así lo recoge el primer estudio de dialectos en redes sociales dirigido por investigadores del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC) y la universidad francesa de Toulon.

Los investigadores Bruno Gonçalves, de la Universidad de Toulon (Francia) y David Sánchez, del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, CSIC-UIB) en España, han utilizado una gran base de datos de los tuits geolocalizados para estudiar las variedades dialectales del español.

Su estudio *Crowdsourcing Dialect Characterization through Twitter* aporta una nueva manera de estudiar los dialectos a escala mundial utilizando mensajes publicados en esa red social. Los resultados revelan una sorpresa importante sobre la forma en que los dialectos se distribuyen en todo el mundo y ofrecen una instantánea de su evolución bajo varias nuevas influencias, como los mecanismos globales de comunicación tipo Twitter.

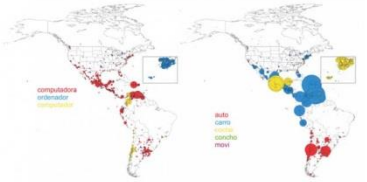
Gonçalves y Sánchez han recogido 50 millones de tuits geolocalizados escritos en español durante dos años. La mayoría de ellos se ubicaron en España, Hispanoamérica y Estados Unidos, aunque también se hallaron en las principales ciudades de otras zonas de Latinoamérica y del Este de

MIT Technology Review

Emerging Technology From the arXiv
August 7, 2014

Computational Linguistics of Twitter Reveals the Existence of Global Superdialects

The first study of dialects on Twitter reveals global patterns that have never been observed before.



A dialect is a particular form of language limited to a specific region or social group. Linguists are fascinated by dialects because they reveal social classes, patterns of immigration and how groups have influenced each other in the past.

But studying dialects is hard work. Traditionally, linguists do this by interviewing a relatively small number of people, typically a few hundred, and asking them to fill out questionnaires. Researchers then use the results to create linguistic atlases but these are naturally limited by the choice of the locations and individuals who have been studied.

Today, Bruno Gonçalves at the University of Toulon in France and David Sánchez at the Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems on the island of Majorca, Spain, say they have found a new way to study dialects on a global scale using messages posted on Twitter. The results reveal a

Mail Online

low flight delays spread like a
iraphic reveals how late depa
ne airport can cause chaos a
merica

ght crews unable to make connecting flights is sing
ntributor to delays
searchers examined SIX MILLION flights in the US i
sults
eather and labor problems aren't as serious since th
oblems in smaller areas

DAILY MAIL REPORTER
BLISHED: 20:36 GMT, 10 January 2013 | **UPDATED:** 11:34 GMT, 11 January 2013

eryone has had to deal a delayed flight and the headache it pro

e seemingly constant problem in air travel in the U.S. isn't ju
e study found that it drains $40 billion from the economy every

group of academics ran computer simulations on six millio
ports in 2010 to determine how each delay spreads through
d causes further problems.

April 4, 2010

ter days: This chart shows one day where air travel was relatively on-tir

e researchers, led by Pablo Fleurquin from the Institute for Cros
ysics and Complex Systems in Spain, used computer models t
spread of diseases or wildfire are monitored.

From *The Atlantic*

CityLab

How Flight Delays Spread From Airport to Airport Like a Disease

Air travel congestion can quickly spread from a few cities to a whole network.

Researchers studying air travel congestion have typically focused on a handful of hubs, those problem airports that seem to routinely struggle getting flights on and off the ground on time (we're looking at you, Newark and JFK). Air travel congestion, however, is really more a phenomenon built on networks of airports than any individual one. In fact, it may be most useful to think of flight delays spreading across a region of the United States in the same

Discover

SCIENCE FOR THE CURIOUS

« Oil Spill Cleanup Could Kill CoralThe Unforeseen Social Effects of China's One-Child Policy »

How Flight Delays Spread Across U.S. Airports

By Lisa Raffensperger | January 11, 2013 2:38 pm

15

Real data for three days in 2010, with, from L to R, low, intermediate, and high levels of congestion. Orange and red are congested airports; green airports are not congested. Links connecting airports in the largest cluster of delays are in red.

If you've ever been stuck in an airport for hours on end, you know that explanations for such delays are often lacking. A new study of U.S. air traffic helps explain why minor delays spread through the system, and how to prevent them from doing so.

Researchers began with 2010 data from more than 6 million U.S. domestic flights, including their scheduled and actual times of departure and arrival. They were especially interested in how minor delays at a few random airports produced further delays across other parts of the network—i.e., not so much what might happen if a massive storm closed many regional airports, but what might happen if a random scattering of planes across the country each needed 10 extra minutes on the ground to fix mechanical problems. To investigate, researchers produced a computer model, similar to ones used in the past to predict how infectious diseases are carried by air travel.